

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem
země-voda

Heating Solution in the Family House
with a Ground-Water Heat Pump

Student:

Ing. Václav Kufa

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

Ostrava 2021

Anotace

Kufa, Václav. Bakalářská práce: Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda. Ostrava 2021. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra prostředí staveb a TZB. Vedoucí práce: doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

Cílem bakalářské práce je návrh systému vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda, společně s návrhem stavební části objektu. Vypracovaná dokumentace je na úrovni dokumentace pro provádění stavby.

Stavebně byl dům řešen s požadavkem na systémovost celého řešení, a na co nejlepší stavebně fyzikální vlastnosti. Byl proto zvolen zdící systém značky Ytong, který zahrnuje obvodové zdivo (Ytong Lambda YQ 450), stropní systém (Ytong Ekonom 250), ale také systém pro zhotovení schodiště.

Tepelné čerpadlo země-voda bylo pro vytápění uvažovaného objektu zvoleno z důvodu nekonvenčnosti řešení a současně jeho vysokých kvalit, kterými převyšuje běžněji používaná tepelná čerpadla vzduch-voda. Zároveň navržený otopný systém kombinuje dva nejběžněji používané způsoby vytápění: velkoplošné podlahové vytápění a desková otopná tělesa. Pro zmíněný zdroj tepla a systém vytápění byla vypracovaná kompletní dokumentace zahrnující technickou zprávu včetně všech příloh (např. návrhy expanzních nádob, návrhy tepelných izolací, určení hloubky vrtu atd.) a kompletní výkresová dokumentace.

Klíčová slova: tepelné čerpadlo země-voda, podlahové vytápění, desková otopná tělesa, primární okruh tepelného čerpadla, tepelné čerpadlo pro ohřev TV.

Annotation

Kufa, Václav. Bachelor thesis: Heating Solution in the Family House with a Ground-Water Heat Pump. Ostrava 2021. VŠB - Technická univerzita Ostrava. Faculty of Civil Engineering, Department of Building Environment and HVAC. Thesis supervisor: doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D

Aim of this bachelor thesis is to create a project documentation of family house heating based on ground-water heat pump, as well as proposal of a construction system of the building. Level of this documentation is documentation for a building realization.

The construction system of this building was created with a requirement for system-solution for the entire structure, together with great insulation and general physical characteristics. For this reason, the chosen system is that of Ytong. It comprises of perimeter walls bricks and components (Ytong Lambda YQ 450), ceiling system (Ytong Ekonom 250), as well as all necessary parts for building a staircase.

A ground-water type heat pump was chosen as a primary heat source for the house for being rather unconventional solution, while offering technical capabilities thanks to which it tends to overshadow air-water heat pumps that are being used more regularly. At the same time, the heating system combines two most-used ways of heat transfer: floor heating and radiators. For above mentioned heat source and heating system, the author made a complete documentation that consists of a technical report with all necessary annexes (e.g. designation of expansion vessels, designation of pipe thermal insulation, determination of a borehole depth, etc.) as well as complete set of drawings.

Keywords: ground-water heat pump, floor heating, radiators for heating, heat pump primary circuit, heat pump for hot water preparation.

Obsah

Seznam použitého značení	6
Úvod	8
A Průvodní zpráva.....	9
A.1 Identifikační údaje	10
A.1.1 Údaje o stavbě	10
A.1.2 Údaje o stavebníkovi	10
A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace.....	10
A.2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení	11
A.3 Seznam vstupních podkladů.....	11
B Souhrnná technická zpráva	12
B.1 Popis území stavby	14
B.2 Celkový popis stavby.....	16
C Situační výkresy	18
C.1 Situační výkres širších vztahů	19
C.2 Koordinační situační výkres	19
D Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení.....	20
D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu	21
D.1.1 Architektonicko-stavební řešení.....	21
D.1.2 Stavebně konstrukční řešení	28
D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení.....	28
D.1.4 Technika prostředí staveb - vytápění.....	29
Závěr.....	45
Základní ekonomické vyhodnocení	45

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

Shrnutí	47
Seznam výkresové dokumentace	49
Seznam použitých pramenů	50
Seznam příloh.....	53

Seznam použitého značení

1. NP	první nadzemní podlaží	
2. NP	druhé nadzemní podlaží	
Δp_{dis}	celková tlaková ztráta	[Pa]
Δp_v	tlaková ztráta vytvoření nastavením ventilu	[Pa]
ΔU	celkový průměrný vliv tepelných vazeb	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
A	plocha	[m ²]
b	šířka schodišťového stupně	[m]
C20/25	třída pevnosti betonu	[MPa]
XC2	stupeň vlivu prostředí	
COP	topný faktor tepelného čerpadla	
ČSN	Česká technická norma	
DN	dimenze potrubí	[mm]
EPS	expandovaný polystyren	
$F_{i,T}$	tepelná ztráta prostupem	[W]
$F_{i,V}$	tepelná ztráta větráním	[W]
$F_{i,HL}$	celková tepelná ztráta	[W]
h	výška schodišťového stupně	[m]
H	dopravní výška čerpadla	[m]
h_p	podchodná výška schodiště	[m]
h_{pr}	průchodná výška schodiště	[m]
k_v	konstrukční výška podlaží	[m]
l	délka, například potrubí	[m]
M	hmotnostní průtok	[kg.h ⁻¹]
NN	nízké napětí	
n	součinitel zvětšení objemu vody vlivem teploty	
OT	otopné těleso	
PE	polyethylen	
p_s	počet schodů	
P_{p1}	tlak v soustavě způsobený tíhou kapaliny	[Pa]
P_{p2}	konečný tlak v soustavě	[Pa]

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

Q	výkon	[W]
R	měrná tlaková ztráta třením	[Pa.m ⁻¹]
RD	rodinný dům	
SV	studená voda	
t	teplota	[°C]
t ₀	teplota vratné vody	[°C]
TČ	tepelné čerpadlo	
t _{p,max}	teplota přívodní vody	[°C]
T _e	návrhová venkovní teplota	[°C]
TI	tepelná izolace	
T _i	návrhová vnitřní teplota	[°C]
T _{em}	průměrná roční teplota vzduchu	[°C]
T _{im}	převažující vnitřní teplota	[°C]
t _{max}	maximální teplota v otopné soustavě	[°C]
TRV	termostatický ventil	
TV	teplá voda	
U	součinitel prostupu tepla	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
U _{em}	průměrný součinitel prostupu tepla obálkou	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
V _C	minimální objem expanzní nádoby	[m ³]
V _E	skutečný objem expanzní nádoby	[m ³]
VK	druh radiátoru s vestavěným termostatickým ventilem, pravé připojení	
VKL	druh radiátoru s vestavěným termostatickým ventilem, levé připojení	
XPS	extrudovaný polystyren	
ŽB	železobeton	
w	rychlost proudění	[m.s ⁻¹]
Z	tlaková ztráta třením	[Pa]
α	sklon schodišťového ramene	[°]
ρ	hustota vody	[kg.m ⁻³]

Úvod

Cílem této bakalářské práce bylo vypracování projektové dokumentace vytápění rodinného domu, společně s dokumentací stavebního řešení. Dokumentace je ve stupni dokumentace pro provádění stavby.

Navrhovaný dům je dvoupodlažní s plochou střechou. Při návrhu byl kladen důraz na systémovost navrhovaného řešení a na výborné tepelně-technické parametry. Z tohoto důvodu byl zvolen systém výrobce Ytong. Obvodové zdivo je navrženo z tvárnic Lambda YQ 450, které nevyžadují dodatečné zateplení. Na provedení stropní konstrukce obou podlaží je uvažován systém Ytong Ekonom 250. Všechny ostatní skladby, tedy podlahy na zemině, podlahy na stropní konstrukci, stejně jako skladba střechy jsou ověřenými konstrukcemi a jsou převzaty z knihovny DEK Ateliér. [1] Popis architektonicko-stavebního řešení je v technické zprávě, mezi přílohami stavebního řešení je seznam všech skladeb konstrukcí a návrh a posouzení schodiště. Výkresová část zahrnuje půdorys základové konstrukce, půdorysy obou podlaží, výkresy skladby a sestavy stropních dílců obou podlaží, řez vedený schodištěm, půdorys (pohled) střechy a pohledy.

Druhá část této práce, zaměřená na vytápění, se zabývá návrhem otopné soustavy, jejímž zdrojem tepla je tepelné čerpadlo země-voda, a které kombinuje vytápění podlahovým vytápěním a deskovými otopnými tělesy. Celé řešení je popsáno v technické zprávě, jejíž součástí jsou všechny nezbytné přílohy, v nichž jsou navrženy a/nebo posouzeny různé navrhované komponenty a součásti systému vytápění (např. velikosti expanzních nádob, dimenzování potrubí, atd). Návrh vytápění vychází z tepelně technického zhodnocení navržené stavební konstrukce. Jsou posouzeny všechny skladby (program Teplo 2017), vypočítány tepelné ztráty všech místností a celé budovy (program Ztráty 2018), z hlediska dvourozměrného šíření tepla konstrukcí je posouzen roh obvodového zdiva (program Area 2017). Součástí příloh je také energetický štítek budovy. Výkresová dokumentace vytápění zahrnuje půdorysy obou podlaží, schéma zapojení zdroje tepla, schéma zapojení otopné soustavy a výkres primárního okruhu tepelného čerpadla.

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

A Průvodní zpráva

Student:

Ing. Václav Kufa

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

Ostrava 2021

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

a) název stavby

Rodinný dům manželé Kufovi, Třinec

b) místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků)

Adresa: ulice Topolová, 739 61 Třinec

Obec: Třinec

Kat. území: Dolní Líštná 771091

Číslo parcely: 1888

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

a) jméno, příjmení a místo trvalého pobytu (fyzická osoba)

Jméno: Ing. Václav Kufa

Trvalý pobyt: Topolová 404, 739 61 Třinec

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

a) jméno, příjmení, obchodní firma, identifikační číslo osoby, místo podnikání (fyzická osoba podnikající)

Jméno: Ing. Václav Kufa

Adresa: Topolová 404, 739 61 Třinec

b) jméno a příjmení hlavního projektanta včetně čísla, pod kterým je zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jeho autorizace

Ing. Václav Kufa

c) jména a příjmení projektantů jednotlivých částí projektové dokumentace včetně čísla, pod kterým jsou zapsáni v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jejich autorizace.

Neobsazeno.

A.2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Stavba se sestává pouze z jednoho stavebního objektu - samotného RD.

A.3 Seznam vstupních podkladů

a) základní informace o rozhodnutích nebo opatřeních, na jejichž základě byla stavba povolena - označení stavebního úřadu, jméno autorizovaného inspektora, datum vyhotovení a číslo jednací rozhodnutí nebo opatření

Neobsazeno.

b) základní informace o dokumentaci nebo projektové dokumentaci, na jejímž základě byla zpracována projektová dokumentace pro provádění stavby

Neobsazeno.

c) další podklady

Vstupním podkladem pro tvorbu PD je zadání bakalářské práce.

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

B Souhrnná technická zpráva

Student:

Ing. Václav Kufa

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

Ostrava 2021

a) požadavky na zpracování dodavatelské dokumentace stavby

Statický posudek stropních konstrukcí obou podlaží - posudek nosníků, návrh třídy betonu a jeho vyztužení.

b) požadavky na zpracování plánu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi

Není součástí rozsahu této práce.

c) podmínky realizace prací, budou-li prováděny v ochranných nebo bezpečnostních pásmech jiných staveb

Stavba nebude prováděna v ochranných a bezpečnostních pásmech jiných staveb. Je však nutné respektovat ochranná pásma jednotlivých podzemních vedení - týká se zhotovení přípojek vodovodu, kanalizace a nízkého napětí.

d) zvláštní podmínky a požadavky na organizaci staveniště a provádění prací na něm, vyplývající zejména z druhu stavebních prací, vlastností staveniště nebo požadavků stavebníka na provádění stavby apod.

Nejsou vyžadovány.

e) ochrana životního prostředí při výstavbě

V průběhu stavby dojde jejím provozem a souvisejícími činnostmi ke krátkodobému negativnímu vlivu na životní prostředí a ke zhoršení hygienických podmínek pro okolní rodinné domy. Během stavby musejí být tyto vlivy omezovány na minimum. Bude rovněž důsledně prováděno odstraňování nečistot z přilehlých veřejných komunikací způsobených stavbou.

Likvidace a nakládání se stavebním odpadem bude v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. a vyhláškami 381/2001 Sb. a 383/2001 Sb.

Jedná-li se o hluk při provádění stavebních prací, je nutno dodržovat nařízení vlády ČR č. 88/2004 Sb.

Ochrana životního prostředí se řídí zákony č. 17/92 Sb., 388/91 Sb., 62/92 Sb., 309/91 Sb., 86/92 Sb., 418/90 Sb., 125/97 Sb., a nařízením vlády ČR č. 171/92 Sb.

B.1 Popis území stavby

a) charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné území a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území

Parcela je rovinatá, je na ní několik vzrostlých ovocných stromů, které budou zachovány. Okolní zástavba se sestává výlučně z rodinných domů, navrhovaná stavba zapadá do charakteru území. Parcela nebyla dříve využívána jako zahrada.

b) údaje o souladu u s územním rozhodnutím nebo regulačním plánem nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem

Navrhovaná stavba je v souladu s územním rozhodnutí - stavební pozemek.

c) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby

Nejsou.

d) informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území

Nejsou.

e) informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

Není součástí rozsahu této práce.

f) výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů - geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.

Není součástí rozsahu této práce. Pro návrh hloubky vrtu pro tepelné čerpadlo bylo využito odborného odhadu. Vzhledem k velikosti investice by byl hydrogeologický průzkum určitě na místě.

g) ochrana území podle jiných právních předpisů

Není vyžadována.

h) poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Stavba se nenachází na záplavovém, poddolovaném, ani jinak zatíženém území.

i) vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Stavba nebude mít vliv na okolní stavby a pozemky, ani na odtokové poměry na tomto území.

j) požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Nejsou.

k) požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa

Nejsou.

l) územně technické podmínky - zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě

Stavba bude napojena na stávající inženýrské sítě. Budou zřízeny přípojky kanalizace, vodovodu a nízkého napětí.

Na pozemek bude zřízen nájezd z ulice Topolová - bude koordinováno s dotčeným úřadem.

Bezbariérový přístup k navrhované stavbě není uvažován.

m) věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Nejsou.

n) seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí

Parcela č. 1888, kat. území č. 771091 Dolní Líštná.

o) seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo

Nejsou.

B.2 Celkový popis stavby

a) nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny stavby údaje o jejich současném stavu, závěry stavebně technického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí

Jedná se o novostavbu rodinného domu.

b) účel užívání stavby

Jedná se o stavbu pro bydlení.

c) trvalá nebo dočasná stavba

Jedná se o trvalou stavbu.

d) informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby

Nebyly vydány.

e) informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

Není součástí rozsahu této práce.

f) ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Není vyžadována.

g) navrhované parametry stavby - zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.

Zastavěná plocha: 135 m².

Obestavěný prostor: 898 m³.

Rodinný dům je navrhován jako jednogenerační, zahrnuje tedy jednu bytovou jednotku.

h) základní bilance stavby - potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.

Potřeba tepla pro vytápění a ohřev TV je uvedena v příloze č. 6.

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

Třída energetické náročnosti posuzované budovy je B. Energetický štítek je uveden v příloze č. 7.

i) základní předpoklady výstavby - časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy

Není součástí rozsahu této práce.

j) orientační náklady stavby

Není součástí rozsahu této práce

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

C Situační výkresy

Student:

Ing. Václav Kufa

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

Ostrava 2021

C.1 Situační výkres širších vztahů

Není řešeno v rámci BP.

C.2 Koordinační situační výkres

Viz výkres C.2 Koordinační situační výkres (1:200).

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

D Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

Student:

Ing. Václav Kufa

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

Ostrava 2021

D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

a) Technická zpráva

Účel objektu, funkční náplň, kapacitní údaje

Stavba je navržena jako dvoupodlažní nepodsklepený rodinný dům pro jednu rodinu. Počet osob je 4-5.

Architektonické, výtvarné materiálové a dispoziční řešení

Objekt je dvoupodlažní s plochou střechou, nepodsklepený, navržený s důrazem na čisté a jednoduché vnitřní i vnější uspořádání. Celkové stavební řešení je použito systémové od výrobce Ytong. Díky tomu je možné RD označit jako nízkoenergetický. Vytápění je zajištěno tepelným čerpadlem země-voda, přičemž teplo je čerpáno ze zemního vrtu.

Dispozičně je dům uzpůsoben tak, že 1.NP slouží pro pobyt jeho obyvatel po většinu dne, včetně přijímání návštěv - velký obývací pokoj s neodděleným kuchyňským koutem, dvě francouzská okna vedoucí přímo na zahradu, hygienické zařízení, technická místnost a pracovna (alternativně pokoj pro hosty, apod). 2.NP je určeno spíše jako klidová zóna poskytující dostatek soukromí - ložnice, dětský pokoj, pokoj (denní místnost, pracovna apod) kompletně vybavené hygienické zařízení a samostatná místnost šatny.

Bezbariérové užívání stavby

Objekt není navržen jako bezbariérový.

Konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby

ZEMNÍ PRÁCE

Bude provedena skrývka ornice (cca 100 mm), která bude uskladněna na pozemku pro následnou modelaci terénu. Budou provedeny následující výkopové práce:

- pro základových pasy a podkladní beton
- přípojka vodovodu
- přípojka kanalizace
- přípojka NN
- rýha pro podzemní vedení potrubí primárního okruhu tepelného čerpadla od vrtu po RD

Hlubinný vrt pro vertikální geotermální sondu tepelného čerpadla bude proveden odborně způsobilou firmou. Jedná se o vrt mělký (tedy s hloubkou do 400 m), typu A (země-voda, tedy

nejedná se o vodní dílo). Na základě odhadu a tabulkového zařazení - aplikace do výkonu 30 kW - je uvažováno s měrným výkonem jímání 50 W/m, tudíž byla hloubka vrtu stanovena na 100 m. Bude proveden jeden vrt o průměru 120 mm.

Na pozemku nejsou žádné stávající inženýrské sítě.

ZÁKLADY

Základová konstrukce je tvořena základovými pasy ze železobetonu. Pasy jsou dvoustupňové. První stupeň je tvořen prostým monolitickým betonem C20/25 XC0 vylitým přímo do výkopu na základovou spáru zbavenou kusů zeminy, organických zbytků atd. Průřez výkopu na úrovni základové spáry musí být obdélníkový, rohy nesmějí být „zakulaceny“. Průřez prvního stupně je š.600, v. 500. Druhý stupeň je tvořen nadezdívkou z tvárníc betonového ztraceného bednění, např. Presbeton ZB 25-40, jehož rozměry jsou d.500 x š.400 x v.250. Pro vylití tvárníc ztraceného bednění je použit beton C20/25 XC2. Oba stupně jsou vzájemně provázány výztuží z betonářské oceli B500B o průměru 10 mm. Tato svislá výztuž je kotvena do pasu z prostého betonu do vyvrtaných otvorů s použitím chemické malty. Na každou tvarovku ZB připadají dvě tyče svislé výztuže umístěné v rozích tvárníc úhlopříčně, doplněné dvěma tyčemi vodorovné výztuže pro každou řadu tvárníc, přičemž tato vodorovná výztuž je umístěna při vnějším a vnitřním okraji a vzájemný přesah tyčí je 300 mm. [2]

Mezi pasy je vrstva hutněného štěrkopískového podsypu frakce 16/32 a tloušťky 150 mm. V této vrstvě je uloženo potrubí pro odvětrání radonu z podloží.

Podkladní beton o tloušťce 150 mm se vylévá přes základové pasy, je také z betonu C20/25 XC2. Ideálně se v jednom kroku vyleje podkladní beton společně s druhou polovinou poslední řady tvárníc ztraceného bednění. Takto docílíme kvalitního propojení pasu a podkladního betonu. Podkladní beton je vyztužen při svém horním povrchu v místech obvodových pasů pod nosnými zdmi s přesahem 1 m od okraje pasu (v případě vnitřního pasu pod nosnou zdí na obě strany) betonářskou sítí s Ø8 mm a rozměrem oka 150x150 mm, krytí je min. 20 mm. Při dolním povrchu je podkladní beton vyztužen po celé ploše betonářskou sítí s Ø8 mm a rozměrem oka 150x150 mm, krytí je min. 20 mm.

HYDROIZOLACE, OPATŘENÍ PROTI RADONU

Z důvodu použití podlahového vytápění je ve vrstvě štěrkopískového podsypu podkladního betonu navržen větrací systém podloží. [3] Větrací systém je tvořený plastovými (PVC) perforovanými drenážními troubami, které jímají případný uvolňovaný radon. Odsávací

(koncové) potrubí má průměr DN75, sběrně potrubí má průměr DN100. Rovnoběžné rozmístění drenážních trub je voleno tak, aby bylo v rozsahu rozteče 2-4 metry (vzájemně od sebe i od okrajových pasů), tzn. aby byla celá plocha drenážním potrubím pokryta. Vzduch z drenážního potrubí bude pasivně odváděn jedním stoupacím potrubím (začíná v technické místnosti) o průměru DN100 vedeným v instalačních přizdívkách a následně ústícím do vnějšího prostředí nad střechu domu pomocí plastové větrací hlavice.

Podkladní beton je na povrchu opatřen asfaltovým penetračním nátěrem Dekprimer, na který jsou natavovány SBS modifikované asfaltové pásy vyztužené skleněnou tkaninou (např. Glastek 40 Special Mineral). [1] Způsob a postup při natavování bude dodržen podle pokynů výrobce.

OBVODOVÉ ZDIVO, NOSNÉ VNITŘNÍ ZDIVO

Obvodové nosné zdivo je navrženo z přesných tvárnic Ytong Lambda YQ PDK 450 mm (499x249x450). Jedná se o tvárnice z autoklávovaného pórobetonu, které díky svým výborným tepelněizolačním vlastnostem nevyžadují žádné dodatečné zateplení, zároveň mají vysokou pevnost. Tvárnice jsou zděny na tenké plnoplošné maltové lože o tl. 1-3 mm (Ytong zdící malta). Zdivo bude provazováno.[4] [23]

Vnitřní nosné zdivo je navrženo z tvárnic Ytong Standard PDK 375 mm (599x249x375) určených pro nosné stěny. Jedná se o tvárnice z autoklávovaného pórobetonu. Tvárnice jsou zděny na tenké plnoplošné maltové lože o tl. 1-3 mm (Ytong zdící malta). Zdivo bude provazováno.

Veškeré obvodové i vnitřní nosné zdivo je založeno na dvou vrstvách Zakládacích tvárnic Ytong Start. Jsou to částečně hydrofobizované tvárnice z autoklávovaného pórobetonu, které snižují vztlínání vlhkosti při výstavbě a snižují riziko vzniku plísní v kritických detailech. Tyto zakládací tvárnice se zdí na speciální maltu - Ytong tepelně izolační maltu. Je nutné plnoplošné maltování ložné i styčné spáry. Zdivo bude provazováno. [4]

Všechny překlady v nosném zdivu jsou systémové Ytong nosné překlady NOP o šířce 375 mm. V případě vnitřního nosného zdiva jsou tedy na jeho celou tloušťku. V případě obvodového zdiva je překlad zateplen dodatečnou tepelnou izolací z fasádní desky minerální vaty tl. 80 mm, např. Knauf FKD S Thermal, tím je dosaženo stejné tloušťky skladby jako u okolního zdiva. Dvě francouzská okna v 1NP mají překlad řešen pomocí skladby dvou překladových tvarovek Ytong YQ U 225 vedle sebe. Zároveň jsou tyto dva překlady armaturou spřaženy s pozedním věncem. Délka uložení nosných překladů je min. 200 mm.

V případě odvodového i vnitřního nosného zdiva se jedná o systémové řešení výrobce Ytong. Při provádění je nutné se řídit výrobcem vydaným návodem a montážními pokyny.

NENOSNÉ PŘÍČKY

Nenosné příčky budou provedeny z tvárnic pro nenosné stěny Ytong Klasik 150 mm (599x249x150). Jedná se o tvárnice z autoklávovaného pórobetonu. Tvárnice jsou zděny na tenké plnoplošné maltové lože o tl. 1-3 mm (Ytong zdící malta). Zdivo bude provazováno a k nosným zdem kotveno pomocí nerezových spojek zdiva Ytong.

Všechny překlady v nenosném zdivu jsou systémové Ytong nenosné překlady NEP o šířce 150 mm.

STROPNÍ KONSTRUKCE

Stropní konstrukce 1NP, 2NP a zároveň také nosná konstrukce střechy je systémovým řešením Ytong Ekonom 250 mm. Systém se skládá z železobetonových nosníků, pórobetonových vložek, betonářské výztuže a monolitickou zálivkou. Konstrukce po zmonolitnění tvoří železobetonový žebrový strop. [4] [23]

Použité stropní nosníky, jejich počet a přesné umístění je patrné z výkresů D.1.1.5 a D.1.1.5. Jsou zachovány standardní osově rozteče 680 mm. Všechny použité nosníky jsou typu A vysoké 205 mm. Nosníky lze podle potřeby na stavbě délkově upravovat. Musí být zachováno uložení nosníků 150 mm.

Mezi nosníky jsou kladeny vložky Ytong+ se šikmými bočními stěnami. Uložení vložek na nosnou konstrukci je minimálně 20 mm. Vložky je možné podle potřeby na stavbě tvarově upravovat. Jako každá páska vložka je použita snížená stropní vložka Ytong+ 100 mm, čímž je pro následnou monolitickou zálivku připraveno bednění pro pomocné příčné spolupůsobící žebro, jež je vyztuženo betonářskou ocelí 1x Ø8 mm, která je zakotvena do protilehlých věnců. [4]

Poté, co se osadí věncové tvárnice, je takto připravená stropní konstrukce zalita betonem C25/30 XC1 po horní hranu vložek. Tím, že je v jenom kroku betonem vyléván pozední věnec a zároveň žebra stropní konstrukce, dochází k dobrému propojení těchto konstrukcí.

Jedná se o systémové řešení výrobce Ytong. Při provádění je nutné se řídit výrobcem vydaným návodem a montážními pokyny.

ZTUŽUJÍCÍ VĚNCE

Obě nadzemní podlaží budou prostorově ztužena železobetonovými pozedními věnci. [23] Výška obou věnců dodržuje skladebnou výšku zdících tvárnic Ytong, tedy 250 mm. Bude použita třída betonu C25/30 XC1, výztuž je z betonářské oceli B500B. Jako ztracené bednění budou na vnější straně sloužit věncové tvárnice Ytong 125/250 (599x249x125). Tyto tvárnice již na sobě nesou tepelnou izolaci, tudíž poskytují optimální izolaci věnce a dobře zapadají do systému obvodového zdiva Ytong YQ, které nebude již dále tepelně izolováno. Z vnitřní strany nebude použito žádné bednění, resp. věnec bude zalitý betonem v jednom kroku spolu s konstrukcí stropu, na kterou přímo navazuje a se kterou je propojen výztuží příčných stropních žeber. Nad francouzskými okny v m.č. 1.03 tvoří věnec zároveň i překlad nad těmito otvory. Toho je dosaženo použitím překladových tvárnic Ytong YQ U 225 (dvě vedle sebe), které jsou samy o sobě nenosné, ale fungují jako ztracené bednění. Výztuž je v těchto místech vyšší, neboť výškově vyplňuje dvě skladebné řady zdiva - překlad a nad ním věnec, tedy 500 mm.

SCHODIŠTĚ

Všechna vnější schodiště (u vstupních dveří a 2x u francouzských oken) jsou řešena jako předložená, uložená na konzoli. V dané výšce je z ŽB pasu vyložena monolitická vyztužená konzola - až na hranu posledního stupně. Tyto konzole slouží jako základová konstrukce pro venkovní schodiště, podírající stupně vždy na jejich krajích. Na nich jsou potom uloženy prefabrikované betonové stupně Presbeton SPV 120. Výškové uložení každého stupně je potom řešeno odpovídající podbetonávkou (C20/25 XC0).

Vnitřní schodiště je navrženo ze schodišťových stupňů Ytong SCH 1200 [4], a to jak jednotlivé stupně, tak také podesta. Stupně jsou na vnitřním okraji ukládány na podezdívku z tvárnic Ytong Statik HL tl. 200 (599x249x200). Na vnějším okraji (tedy na okolních nosných stěnách) jsou schodišťové stupně ukládány na ocelové schodišťové konzoly Ytong KZ125/45, přičemž je nutné použít vždy dvě konzole na jeden stupeň. Konzole jsou zaraženy do stěny do přesně vyměřené a předem připravené drážky vodorovné drážky, která je dostatečně těsná nebo vyplněná maltou. Stupeň se proti nežádoucímu posunu na konzoli fixuje přes předpřipravený otvor hřebem nebo turbo šroubem. Schodišťové stupně není možné tvarově na stavbě upravovat. Finální povrchová úprava schodiště podléhá výběru stavebníka, předpokládá se však dřevěný obklad stupnice i podstupnice. Při montáži je nutné se řídit pokyny a montážním návodem Ytong.

Návrh a posudek schodiště je uveden v příloze č. 2, při návrhu bylo čerpáno z [28].

ÚPRAVY SVISLÝCH POVRCHŮ VNITŘNÍCH A STROPŮ

Budou provedeny vnitřní dvouvrstvé omítky na stěnách i stropěch. První, vyrovnávací, vrstva jádrové omítky tl. 10 mm (např. Weberdur klasik JRU), druhá vrstva z vnitřní štukové omítky tl. 2 mm (např. Weberdur štuk IN). Nakonec bude provedena 2x výmalba.

Umístění keramického obkladu stěn a jeho výšku jsou patrné z výkresové dokumentace. Pod tyto obklady budou nejprve provedeny hydroizolační stěrky v plném rozsahu plochy obkladu. Konkrétní formát a vzor obkladu podléhá výběru stavebníka.

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Střecha je navržena jako jednoplášťová plochá se sklonem 3°. Nosnou konstrukcí je stropní konstrukce Ytong Ekonom 250 mm popsaná výše. Na ní je parotěsná vrstva z celoplošně natavených asfaltových pásů (Glastek Al 40 Mineral, 4 mm) a následně tepelně izolační vrstva z pěnového polystyrenu EPS (2x140 mm), včetně skladby spádových klínů (konkrétní návrh dle dodavatele). Desky EPS jsou k sobě lepeny lepidlem na bázi PU a dle návodu konkrétního výrobce. Svrchní vrstvu střešní konstrukce tvoří dvě vrstvy asfaltových pásů - podkladní pás Glastek 30 Sticker Ultra (3 mm) a vrchní pás Elastek 50 Special Dekor (5,3 mm). Jedná se o ověřenou skladbu nabízenou v katalogu společnosti DEK. [1] Všechny skladby konstrukcí jsou podrobně popsány v příloze č. 1. Pokládka asfaltových pásů musí být prováděna podle návodu a montážních pokynů výrobce.

Z místnosti 2.02 chodba vede na střechu výlez určený pro ploché střechy Fakro DRL 01 60x120 cm, vč. půdních schodů Fakro LML Lux 280/60x120 cm. Střecha je navržena jako nepochůzí s výjimkou údržby a oprav. Přes střechu jsou, krom výlezu, vedeny další dva prostupy - odvětrání kanalizačního potrubí a odvětrání radonu z podloží.

Na obou kratších stranách (severní a jižní) střechy je umístěna atika.

PODLAHY

Podlahy v obytných místnostech budou z lepených vinylových dílců o tl. 2 mm. Vinylové dílce se speciálním lepidle lepí přímo na podkladní vrstvu z litého samonivelačního anhydridového potěru. Lepidlo i vinylové dílce musejí být určeny na podlahy s podlahovým vytápěním, které je navrženo v celém 1NP. Barevné řešení vinylových podlah bude v průběhu stavby vybráno stavebníkem.

V zádveří, technické místnosti a obou koupelnách bude keramická dlažba. Vzhledem k tloušťce podlahových konstrukcí je uvažováno s dlaždicemi o tloušťce 10 mm. Ve všech prostorech s dlažbou je podlaha před její pokládkou opatřena hydroizolačním nátěrem pro zamezení pronikání vlhkosti do podkladního anhydridového potěru. Konkrétní formát a barevné řešení podléhá výběru stavebníka.

Skladby všech podlahových konstrukcí v obou NP jsou podrobně popsány v příloze č. 1.

VÝPLNĚ OTVORŮ

Vchodové dveře budou hliníkové, výrobce Sulko, model OptimAl s izolačním dvojsklem. Součinitel prostupu tepla $U=0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Typ AP6, barva RAL 7024.

Všechna okna, včetně dvou francouzských, jsou hliníková, výrobce Sulko, model OptimAl s izolačním trojsklem. Součinitel prostupu tepla $U=0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Barva RAL 7024.

Pro detaily viz výpis dveří a výpis oken a prosklených stěn.

IZOLACE TEPELNÉ A ZVUKOVÉ

Podlaha na terénu je tepelně izolovaná deskami z pěnového polystyrenu EPS se sníženou nasákavostí (Dekperimeter SD 150) o tloušťce 180 mm. [1] Do desek je pomocí tacker přichytek uchyceno potrubí podlahového topení.

Podlaha 2NP obsahuje zvukovou izolaci ve formě desek z elastifikovaného polystyrenu Rigifloor 4000 o tl. 50 mm. [1] Zároveň tato vrstva slouží jako instalační (vedení potrubí k otopným tělesům).

Střešní konstrukce je tepelně izolována deskami z pěnového polystyrenu EPS 100 o tloušťce 2x140 mm, spádové klíny taktéž z EPS.

Obvodové zdivo není dodatečně tepelně izolováno.

Sokl a vnější strana základů jsou tepelně izolovány fasádními deskami z extrudovaného polystyrenu XPS o tloušťce 60 mm.

Technické parametry jednotlivých materiálů jsou uvedeny v tepelně technickém posouzení všech konstrukcí (příloha č. 3).

KLEMPÍŘSKÉ KONSTRUKCE

Vnější parapety budou z pozinkovaného plechu tl. 0,6 mm lakovaného v odstínu RAL 7024.

Oplechování atiky, hřeben střechy a okapnice budou také provedeny z pozinkovaného plechu tl. 0,6 mm lakovaného v odstínu RAL 7024.

Vnější okapový systém bude použit systémový, výrobce Lindab, řada Rainline z pozinkované oceli tl. 0,6 mm. Žlaby a svody jsou umístěny na obou delších stranách budovy (východní a západní). Průměr žlabů je 125 mm, svody mají průměr 87 mm. Barva 035 břidlicově šedá.

Stavební fyzika - tepelná technika

RD je z hlediska tepelné techniky navržen jako nízkoenergetický až pasivní. Pro všechny skladby byl proveden podrobný výpočet tvořící přílohu č. 3. Z hlediska normy ČSN 73 0540-2 byly posuzovány hodnoty teplotního faktoru, součinitele prostupu tepla, a požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí. Všechny konstrukce z pohledu této normy svými hodnotami vyhovují [22]. Stavba je klasifikovaná jako třída B. Energetický štítek obálky budovy je uveden v příloze č. 7. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em} = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

b) Výkresová část

Ve výkresové části jsou zahrnuty následující výkresy:

D.1.1.1	základy	1:50
D.1.1.2	1. nadzemní podlaží	1:50
D.1.1.3	2. nadzemní podlaží	1:50
D.1.1.4	výkres skladby a sestavy strop. dílců na kótě +2,990	1:50
D.1.1.5	výkres skladby a sestavy strop. dílců na kótě +6,240	1:50
D.1.1.6	střecha	1:50
D.1.1.7	řez A-A	1:50
D.1.1.8	pohledy	1:100

c) Dokumenty podrobností

Součástí dokumentů podrobností je:

- příloha č. 1 - skladby konstrukcí
- příloha č. 2 - výpočet schodiště

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

Není v rámci BP řešeno.

D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení

Není v rámci BP řešeno.

D.1.4 Technika prostředí staveb - vytápění

a) Technická zpráva

Úvod

Tento projekt řeší vytápění v novostavbě rodinného domu v rozsahu dokumentace pro provádění stavby. Návrh se opírá o [24][26]. Na pokrytí tepelných ztrát budovy a pro zajištění tepelné pohody je navrženo teplovodní vytápění s nuceným oběhem, zdrojem tepla je tepelné čerpadlo země-voda využívající geotermální energii z vrtu. Je počítáno jak s konvekčními otopnými plochami (deskové radiátory) - ve 2.NP, tak s velkoplošnými otopnými plochami ve formě podlahového vytápění v 1.NP. Je také uvažováno se základní regulací otopné soustavy.

Výchozí podklady

Pro vypracování projektové dokumentace bylo použito tyto podklady:

- zadání bakalářské práce
- projekt stavební části
- tepelně-technické posouzení
- technické podklady pro návrh tepelného čerpadla - výrobce IVT

Tepelné ztráty budovy byly mj. stanoveny za těchto okrajových podmínek a hodnot [22]:

- | | |
|---|----------------------|
| - Návrhová venkovní teplota T_e : | -15,0 °C |
| - Průměrná venkovní teplota během otopného období $T_{e,m}$: | 3,8 °C |
| - Délka topného období: | 236 dní |
| - Průměrná návrhová vnitřní teplota v budově $T_{i,prum}$: | 18,6 °C |
| - Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{i,m}$: | 20,0 °C |
| - Půdorysná plocha podlahy budovy v kontaktu se zeminou A: | 135,0 m ² |
| - Exponovaný obvod podlahy P: | 49,2 m |
| - Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V: | 898,0 m ³ |

Bilance potřeb

Celková tepelná ztráta (tepelný výkon) objektu Fi, HL:	5,942 kW	
Roční potřeba tepla (viz příloha č. 6, [27], [30]):		
- pro vytápění	47,2 GJ/rok	13,1 MWh/rok
- pro ohřev TV	29,5 GJ/rok	8,2 MWh/rok
- celková	76,7 GJ/rok	21,3 MWh/rok

Příprava TV

Navrhované tepelné čerpadlo IVT PremiumLine EQ C6 obsahuje vestavěný zásobník teplé vody s objemem 185 litrů. Předpokládá se příprava TV pouze v tomto vestavěném zásobníku. V běžné praxi se při obdobných aplikacích, tedy rodinný dům pro čtyřčlennou rodinu, používají ohřívače o objemu 150 až 200 litrů - ať už kombinované nebo čistě elektrické. Zároveň se zde jedná o případ, kdy je jeden zdroj tepla, v tomto případě tepelné čerpadlo, využíván jak pro vytápění, tak také pro ohřev TV. Příprava teplé vody zde funguje v režimu tzv. přednostního ohřevu TV. [6] To znamená, že zdroj tepla buď topí, nebo ohřívá TV, nikdy současně. V případě potřeby je tedy veškerý dostupný výkon využit k dohřátí zásobníku. [10]

V příloze č. 8 je metodou „přednostního ohřevu TV“ posouzena velikost vestavěného zásobníku.

Zdroj tepla

Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev TV bude tepelné čerpadlo země-voda IVT PremiumLine EQ C6. TČ má topný výkon 5,8 kW, chladicí výkon 4,5 kW a topný faktor COP 4,4. Tepelná energie je čerpána z jednoho zemního vrtu o hloubce 100 m, který je vystrojen duplexní geotermální vertikální sondou o průměru 4x32. TČ a veškeré zařízení strojovny je umístěno v místnosti č. 1.01 - technická místnost. V TČ je vestavěný kaskádně spínaný elektrický kotel s výkon 3/6/9 kW. Podrobné technické parametry tepelného čerpadla jsou uvedeny v technickém listu tvořícím přílohu č. 17.

Zabezpečovací zařízení

Ohřev TV je zabezpečen standardní pojistnou sestavou, tedy (směrem k ohříváči): kulový kohout, vypouštěcí kohout, zpětný ventil, pojistný ventil 6 bar (Giacomini R140 1/2" x 6 bar) a membránová expanzní nádoba Reflex Refix DD 8 litrů / 10 bar (plnicí tlak 5 bar) určená na pitnou vodu připojená za pomoci servisní a vypouštěcí armatury Flowjet.

Na primárním okruhu je TČ jištěno plastovou expanzní nádobou IVT 4 litry / 1,5 bar (plnicí tlak 1,2 bar) umístěnou na vratném potrubí (tedy s ohřátou teplotou látkou), a pojistným ventilem 4 bar. Pojistný ventil je naopak umístěn na přívodním potrubí do vrtu (tedy s ochlazenou teplotou látkou). Expanzní nádoba i pojistný ventil umístěné na primárním okruhu jsou dodávány v ceně TČ.

Na okruhu vytápění jsou ochranné prvky umístěny mezi TČ a akumulátorem. Na přívodu je pojistný ventil DN 15 s otevíracím přetlakem 2,5 bar (Giacomini R140 1/2" x 25 bar). Na zpátečce je membránová expanzní nádoba Reflex NG 8 litrů / 6 bar (plnicí tlak 3 bar). Na vratném potrubí okruhu vytápění je také TČ chráněno magnetickým filtrem pevných částic Ivar Dirtstop v kombinaci s klasickým filtrem na nečistoty.

Viz přílohy č. 10 - Návrh expanzních nádob, č. 11 - Návrh pojistných ventilů, a odpovídající ČSN. [19] [25]

Technický popis zařízení

Tepelné čerpadlo je na zdroj tepla (vrt) připojeno celkem 2+2 (přívod + zpátečka) potrubími PE 32x3,0. Toto potrubí je prostupem obvodovou zdí přivedeno do m. č. 1.01 - technická místnost, kde je umístěn nástěnný rozdělovač/sběrač opatřený kulovými kohouty a na přívodech také průtokovými regulátory. Rozdělovač/sběrač primáru je už potom jednou dvojicí připojen k tepelnému čerpadlu. Na přívodu (směrem do vrtu) je v tomto místě osazen pojistný ventil a odvzdušňovací ventil (v nejvyšším místě). Na vratném potrubí (ohřáté médium směrem z vrtu do TČ) je potom umístěna plnicí sestava mající rovněž funkci filtrační a expanzní nádoba primárního okruhu (viz výše a příloha č. 10 - Návrh expanzních nádob). Plnicí sestava IVT je dodávána společně s TČ a obsahuje dva trojcestné kulové kohouty a jeden filterball.

Skrze plnicí sestavu se napouští a tlakuje primární okruh, podle pokynů výrobce. [18] Oběh teplotního média primárního okruhu je zajištěn oběhovým čerpadlem zabudovaným v tepelném čerpadle.

Další řešení rozvodů SV a TV by, kromě výše uvedeného, již bylo součástí projektu zdravotnických.

TČ je svými vývody pro vytápění propojeno s akumulátorem, přičemž součástí tohoto propojení jsou také výše popsaná zabezpečovací zařízení. Akumulátor IVT BC 100/3 o objemu 100 litrů je umístěn na okruhu vytápění za tepelným čerpadlem. Má význam při použití v kombinaci s čerpadlem vybaveným on-off kompresorem (jako je to navrhované) - tím, že se akumuluje teplo se snižuje počet startů kompresoru a zvyšuje se jeho životnost. Také funguje jako hydraulické oddělení okruhu zdroje tepla od okruhu spotřeby tepla. V akumulátoru je osazeno teplotní čidlo, které na tomto prvním stupni hlídá teplotu otopné vody tak, aby oba dva okruhy měly na svém vstupu vodu o požadované teplotě. Oběh vody v okruhu TČ - akumulátor obstarává oběhové čerpadlo zabudované v TČ.

Napouštění a dopouštění systému je navrženo ruční. Pro dopouštění je použita pitná voda z řádu, proto je zde použit demineralizační filtr zn. Ivar, který při dopouštění vody zbavuje přebytečných minerálních složek, které by se mohly v systému usazovat. Ochrana před zpětným nasátím otopné vody do soustavy s pitnou vodou je zajištěna oddělovacím členem SYR CA DN20 dle normy ČSN EN 1717 (75 5462). [17] Sestava pro dopouštění je umístěna na vratném potrubí před akumulátorem.

Vytápění je rozděleno na dvě větve: větev podlahového vytápění a větev radiátorových otopných těles. Veškeré otopné plochy větve podlahového vytápění jsou umístěny v 1. nadzemním podlaží. Na 2. nadzemním podlaží se zase nacházejí všechna otopná tělesa napojená z větve radiátorových otopných těles, tedy s výjimkou jednoho tělesa, které je umístěno v m. č. 1.02 - koupelna s WC. Otopný systém je rozdělen na dvě větve hlavně z důvodu potřeby rozdílné teploty pro každou větev. Podlahové topení pracuje v tepelném spádu 35/27,7 °C, zatímco otopná tělesa jsou navržena na tepelný spád 50/40 °C. Větev se dělí až za akumulátorem přes standardní T-kus.

Za rozdělovacím T-kusem je na větvi podlahového topení nainstalován trojcestný směšovací ventil ESBE VRG 132 20-4 se servopohonem ESBE ARA 661 (230 V). Servopohon je řízen

regulací TČ a skrze trojcestný směšovací ventil je do přívodního potrubí přimíchávána voda ze zpátečky tak, aby měla požadovanou teplotu, resp. aby do podlahového topení nešla příliš teplá voda - v tomto místě, před směšovacím ventilem, je teplota vody 50 °C, což už je pro podlahové topení vysoká teplota. Za směšovacím ventilem je oběhové čerpadlo Wilo Yonos PICO 25/1-4 zajišťující oběh vody v celé větvi. Čerpadlo bude nastaveno na variabilní otáčky a jeho chod bude řízen regulací TČ. Více informací k oběhovému čerpadlu je uvedeno v přílohách č. 12 a 18. Taktéž místnosti č. 1.01 - technická místnost, je umístěn rozdělovač/sběrač podlahového vytápění. Jedná se o typ Rehau HKV-D, celo nerezové provedení, 5 okruhový, umístěný ve skříni Rehau AP 130/500 pro nástěnnou montáž. Rozdělovač i sběrač jsou vybaveny uzavíracím kulovými kohouty na přívodu, vypouštěcími kohouty a odvzdušňovacími ventily. Přívody na rozdělovači do jednotlivých okruhů jsou osazeny průtokoměry s nastavením 0-5 l/min (součástí RS). Na sběrači jsou na všech okruzích připojeny termopohony Rehau UNI 24 V, které otevírají / uzavírají jednotlivé okruhy podle termostatů v té které místnosti. Termopohony jsou elektricky propojeny s rozvaděčem Rehau NEA H 24 V, jež se nachází ve skříni s RS. Z RS je již veškeré potrubí rovnou svedeno do podlahy, kde je souběžně vedeno místnostmi 1.01 technická místnost, 1.06 zádveří do m. č. 1.07 chodba, kde se rozděluje a vchází do dalších místností, ve kterých již tvoří otopné hady. Podrobné parametry jednotlivých okruhů podlahového vytápění jsou uvedeny v příloze č. 9 a ve výkrese D.1.4.3 vytápění - půdorys 1. NP.

Větev radiátorových otopných těles je osazena vlastním oběhovým čerpadlem Wilo Yonos PICO 25/1-4. Čerpadlo bude nastaveno na variabilní otáčky a jeho chod bude řízen regulací TČ. Více informací k oběhovému čerpadlu je uvedeno v přílohách č. 12 a 18. Potrubí přechází ve stoupací potrubí S1 a je vyvedeno v m. č. 2.01 koupelna s WC. Ještě v 1.01 technické místnosti je z této větve provedena odbočka pro jediné otopné těleso v 1. NP - trubkové otopné těleso umístěné ve vedlejší místnosti 1.02. Toto připojovací potrubí je vedeno po zdi a prostupem přes zeď rovnou ke zmiňovanému OT. Ve 2.NP jsou veškeré rozvody vytápění vedeny v podlaze, konkrétně ve vrstvě akustické izolace z desek RIGIFLOOR o tloušťce 50 mm.

Potrubí

V rámci navrhovaného systému vytápění jsou použity následující druhy potrubí.

PRIMÁRNÍ OKRUH - VERTIKÁLNÍ SONDA

Druh potrubí, materiál:	GEROtherm PE 100-RC PN16, SDR11.
Rozměr:	4x 32x3,0 mm.
Spojování:	elektrotvarovkami PE 100, SDR 11.
Uložení, kotvení:	závaží 19 kg umístěné na konci sondy, vyplnění vrtu jílovo-cementovou injektážní směsí.
Tepelná izolace:	není izolováno.

PRIMÁRNÍ OKRUH - HORIZONTÁLNÍ VEDENÍ MEZI VRTEM A RS

Druh potrubí, materiál:	GEROtherm PE-GT-RC-FAST.
Rozměr:	32x3,0 mm.
Spojování:	elektrotvarovkami PE 100, SDR 11.
Uložení, kotvení:	volné uložení ve výkopu, zásyp zeminou.
Tepelná izolace:	potrubí není izolováno, tepelná izolace je použita až na posledních 2 metrech před prostupem do budovy, kaučuková TI Armaflex AC 25x35 (tl. izolace je 25 mm).
Řešení prostupů:	v prostupu obvodovou zdí je potrubí opatřeno chráničkou Koruflex 75/61, zároveň je v prostupu izolováno TI Armaflex AC 25x35.
Kompenzace potrubí:	přirozená v ohybech.

PROPOJENÍ TECHNOLOGIE

Veškeré hlavní propojení v m. č. 1.01 technická místnost, tedy po řadě: RS primárního okruhu - TČ - akumulátor - a) okruh podlahového topení po rozdělovač, b) celý okruh radiátorových otopných těles.

Druh potrubí, materiál:	polotvrdé měděné potrubí.
Rozměr:	28x1,5, 22x1, 18x1, 15x1 - viz jednotlivé výkresy.
Spojování:	lisovacími tvarovkami vhodnými pro vytápění, např. SANHA-Press série 6000.
Uložení, kotvení:	veškeré potrubí v technické místnosti je vedeno po zdi, ukotveno pomocí kovových potrubních objímek s gumovou vložkou, stoupací potrubí S1 je uloženo v drážce ve zdi a zaházeno k tomu účelu vhodnou maltou.
Tepelná izolace:	<p>primární okruh - kaučuková izolace Armflex AC 25x28.</p> <p>TČ-akumulátor - potrubní izolace z minerální vaty s nakaširovanou hliníkovou folií, tloušťka 40 mm. Vnitřní průměr dle potrubí - 28 mm.</p> <p>Akumulátor-RS podlahového topení - potrubní izolace z minerální vaty s nakaširovanou hliníkovou folií, tloušťka 40 mm. Vnitřní průměr dle potrubí - 28 a 22 mm.</p> <p>Akumulátor-potrubí okruhu OT vedené po zdi v technické místnosti - potrubní izolace z minerální vaty s nakaširovanou hliníkovou folií, tloušťka 40 mm. Vnitřní průměr 22 mm.</p> <p>Pro detaily k potrubním izolacím viz přílohu č. 13 - Návrh a posouzení tepelné izolace potrubí. Přesné umístění konkrétní izolace je znázorněno na jednotlivých výkresech.</p>

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

Řešení prostupů:	v prostupech vnitřními stěnami je potrubí chráněno potrubní izolací z PE s uzavřenou buněčnou strukturou o tloušťce 25 mm a s odpovídajícím vnitřním průměrem dle potrubí.
Kompenzace potrubí:	přirozená v ohybech.

POTRUBÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

Druh potrubí, materiál	Rehau RAUTHERM S, PE-Xa.
Rozměr:	20x2,0.
Spojování:	tvarovky Rehau RAUTHERM S 20 mm z pozinkované mosazi. Všechny okruhy jsou svou délkou navrženy tak, že by mohly být provedeny bez spojů - délka návinu 120 metrů (mohly by však vznikat neekonomické zbytky potrubí).
Uložení, kotvení:	potrubí podlahového vytápění je před zálivkou anhydridovou směsí kotveno do podkladních desek z EPS za pomoci plastových příchytů Rehau Tacker.
Tepelná izolace:	tepelně izolováno je pouze přívodní potrubí přípojek do jednotlivých okruhů v místnostech č. 1.01 technická místnost, 1.06 zádveří do m. č. 1.07 chodba. Bude použito potrubí z PE s uzavřenou buněčnou strukturou, vnitřní průměr 20 mm, tloušťka 13 mm. Důvodem pro použití izolace je zamezení přetápění uvedených místností. Vratná potrubí přípojek nebudou izolována.
Řešení prostupů:	v místech přechodů do různých dilatačních celků, resp. dalších místností, bude každé potrubí zvlášť opatřeno chráničkou z ochranné trubky Rehau 20 mm (23x28).

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

Kompenzace potrubí: dilatační oddělení jednotlivých topných polí (dilatačních celků) je řešeno nasunutím potrubí do chráničky z korugovaného plastového potrubí (viz bod výše), které zasahuje 300 mm do každého pole.

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ K OTOPNÝM TĚLESŮM

Druh potrubí, materiál: polotvrdé měděné potrubí.

Rozměr: 22x1, 18x1, 15x1 - viz jednotlivé výkresy.

Spojování: lisovacími tvarovkami vhodnými pro vytápění, např. SANHA-Press série 6000.

Uložení, kotvení: potrubí je uloženo ve skladbě podlahy 2. NP, konkrétně ve vrstvě akustické izolace, jež bude provedena z desek Rigidfloor 4000 s tloušťkou 50 mm.

Tepelná izolace: tepelně izolováno trubicemi z pěnového PE s uzavřenou buněčnou strukturou (tzv. „Mirelon“) s tloušťkou stěny 20 mm, vnitřní průměr podle konkrétního potrubí, tedy 22x20, 18x20, 15x20 mm. Přípojky k radiátorům nad podlahou nebudou tepelně izolovány.

Řešení prostupů: v prostupech vnitřními stěnami je potrubí chráněno potrubní izolací z PE s uzavřenou buněčnou strukturou o tloušťce 25 mm a s odpovídajícím vnitřním průměrem dle potrubí.

Kompenzace potrubí: přirozená v ohybech.

Potrubní armatury

Na primárním okruhu musejí být použity speciální armatury pro tento účel určené, neboť jsou namáhané nízkými teplotami a specifickým složením teplotnosné kapaliny. Rozdělovač a sběrač primáru RS EXPRESS je standardně osazen uzavíracími ventily a průtokoměry. Další armatury na primárním okruhu nejsou.

V rozvodech za tepelným čerpadlem budou použity běžné potrubní armatury z mosazi se závitovým připojením. Rozměry jednotlivých armatur jsou uvedeny ve výkresech. Příklady vhodných armatur:

kulový kohout:	Giacomini R250D
kulový kohout s vypouštěním:	Giacomini R250DS
zpětný ventil:	Giacomini R60
vypouštěcí kulový kohout:	Giacomini R608
filtr:	Giacomini R74A

Na zpátečce před vstupem do tepelného čerpadla je instalován magnetický filtr nečistot Ivar DIRTSTOP 3/4“, který jej chrání před kovovými částicemi, které by se mohly uvolnit ze systému.

Velkoplošné otopné plochy

Pro vytápění 1. NP posuzovaného rodinného domu je navrženo podlahové vytápění, které se řadí do skupiny nízkoteplotních teplovodních otopných ploch. Teplo mezi otopnou plochou a vytápěnou místností je ve značné míře sdíleno sáláním bez účasti vzduchu. Vzduch v místnosti se ohřívá od ploch a od předmětů v místnosti a prohřívá se tedy rovnoměrněji než při konvekčním vytápění. Teplotní pole v místnosti je pak příznivější, protože nejsou velké rozdíly mezi teplotou podlahy a teplotou v úrovni hlavy člověka. [20] Zároveň nedochází k víření prachu v místnosti a jejímu nadměrnému vysušování.

Navrhované podlahové vytápění je provedeno mokrým způsobem instalace, což znamená, že otopné hady jsou po instalaci zality vrstvou anhydridové směsi (zde podle skladby 65-80 mm). Z tohoto důvodu je důležité precizní provedení ve fázi pokládky potrubí a použití kvalitního potrubí a potrubních komponent - případná oprava by vyžadovala zásah do skladby podlahy. Uchycení potrubí k podkladu, deskám tepelné izolace z EPS, je provedeno pomocí plastových příchytek Rehau Tacker.

Podrobné parametry jednotlivých okruhů podlahového vytápění, jako jsou rozteče potrubí, průtoky, tlakové ztráty, příp. okrajové zóny atd., jsou uvedeny v příloze č. 9 - Návrh podlahového vytápění a ve výkresech D.1.4.3 půdorys 1.NP vytápění a D.1.4.6 schéma zapojení otopné soustavy.

Konvekční otopné plochy - desková otopná tělesa

Tepelné ztráty 2.NP jsou kompenzovány deskovými otopnými tělesy. V podstatě se jedná o povrchové výměníky tepla, které zajišťují tepelný tok z teplotnosné látky proudící uvnitř tělesa do vytápěného prostoru. Teplo se sdílí konvekci a sáláním. Sálavá složka tvoří u deskových těles až 50 % jmenovitého výkonu [20], čímž zajišťuje dobrou tepelnou pohodu v místnosti.

Všechna navrhovaná otopná tělesa jsou značky Korado. Jednotlivá OT jsou na výkresech jednoznačně určeny svými rozměry. Přehledná tabulka všech OT je v příloze č. 14. Vysvětlení rozměrů je následující:

- Desková otopná tělesa Korado Radik VK a VKL. Např. VKL 21/600/2000: VKL = levé připojení, 21 = počet teplosměnných ploch, nebo též hloubka OT, 600 = výška OT, 2000 = délka OT.

- Trubková otopná tělesa Korado Koralux Linear Classic-M: oba použité žebříky mají stejný rozměr - výška 1220 a šířka 600 mm, a středové připojení (=M).

Desková otopná tělesa Korado Radik VK a VKL jsou připojena přes připojovací H-kus Heimeier Vekolux, 1/2" (3/4"), přímé provedení. Tato armatura má uzavírací funkci, po dokoupení vypouštěcího přípravku je možné skrze ni těleso také vypustit, aniž by bylo potřeba vypouštět celý systém. Připojení měděných trubek do H-kusu je za pomoci svěrného šroubení o rozměru 1/2"x15. Tělesa Radik VK/VKL v sobě mají zabudovaný termostatickou

vložku Heimeier VHV8S. Stupeň jejího nastavení pro každý radiátor je uveden na výkresech D.1.4.4 půdorys 2NP vytápění a D.1.4.6 schéma zapojení otopné soustavy a v tabulce dimenzování (příloha č.15). Na všech deskových tělesech jsou použity termostatické hlavice s kapalinovým čidlem Heimeier „K“.

Trubková otopná tělesa Korado Koralux Linear Classic-M umístěná v obou koupelnách jsou připojena skrz připojovací armaturu Heimeier HM, která je společně s termostatickou hlaví součástí balení. V armatuře je zabudován termostatický ventil, stupeň jeho nastavení je uveden na výkresech D.1.4.4 půdorys 2NP vytápění a D.1.4.6 schéma zapojení otopné soustavy, a v tabulce dimenzování (příloha č. 15). Oba žebříky jsou vybaveny elektrickým topným tělesem Korado EL.07 400 W s integrovaným regulátorem teploty. Topná tělesa jsou připojena na pevný elektrický rozvod přívodním kabelem do instalační krabice. Žebříky tak lze používat nezávisle na provozu zdroje tepla.

Měření a regulace

Regulace celého otopného systému je řízena jednotkou REGO 1000, která je zabudovaná v tepelném čerpadle. Tato jednotka ve standardu umožňuje nezávislé řízení dvou topných větví, což je také případ této instalace.

VĚTEV PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

V místnostech 1.02 koupelna s WC, 1.03 obývací pokoj s KK, a 1.05 pracovna jsou umístěny prostorové termostaty Rehau NEA SMART 2.0, kterými lze regulovat teplotu otopné vody, potažmo teplotu v místnosti na základě:

a) ekvitemní křivky, tedy v závislosti na aktuální venkovní teplotě. Sonda venkovní teploty je umístěna na venkovní zdi technické místnosti. Sonda venkovní teploty je součástí dodávky tepelného čerpadla.

b) pevného uživatelského nastavení teploty nebo požadavku na úplné zastavení okruhu.

Za pomoci prostorových termostatů NEA SMART 2.0 lze nastavovat časové programy, případně jednotlivé okruhy manuálně zapínat a vypínat. Na zpátečce z každého okruhu je v RS osazen termopohon Rehau UNI 24 V, který umožňuje uzavření daného okruhu.

Rozdělovač / sběrač podlahového topení je doplněn elektrickým rozvaděčem Rehau NEA H 24 V (pro max. 6 okruhů). Tento rozvaděč je propojen s regulací TČ REGO 1000 a slouží ke sběru komunikace od všech tří termostatů z uvedených místností, a také je propojen s uvedenými termopohony. Schéma komunikace je tedy následující: pokyn z termostatu (ať již automatický - ekvitermní křivka, nebo manuální požadavek uživatele) - rozvaděč NEA - buď a) změna teploty otopné vody (zodpovídá TČ skrze trojcestný směšovací ventil), nebo b) zastavení okruhu (zodpovídá rozvaděč skrze termopohon).

Místnosti 1.01 technická místnost, 1.06 zádveří, 1.07 chodba nejsou regulovány, jelikož jsou vytápěny přípojkami k jednotlivým okruhům. Přetápění je zamezeno pomocí tepelné izolace na přívodním potrubí těchto přípojek.

VĚTEV OTOPNÝCH TĚLES

V místnosti 2.03 pokoj je umístěn prostorový termostat Honeywell T3. Místnost 2.03 je považována za referenční místnost pro druhé NP, celá větev tedy bude fungovat na základě požadavků vysílaných z tohoto termostatu. Ten má stejnou funkci jako prostorové termostaty v 1.NP, tedy reguluje teplotu otopné vody buď na základě ekvitermní křivky nebo pevného uživatelského nastavení (časové programy, zvýšení či snížení teploty, úplné zastavení větve). Individuální regulace teploty v každé místnosti s otopným tělesem je zajištěna termostatickými hlavicemi.

Tepelná izolace a nátěry

Tepelné izolace rozvodů tepla jsou popsány v: a) bodě Potrubí, viz výše, b) v příloze č. 13 - Návrh a posouzení tepelné izolace potrubí, c) v jednotlivých výkresech pro vytápění (D.1.4.x).

Nátěry potrubí se nepředpokládají. Nátěry pomocných konstrukcí se nepředpokládají, protože žádné pomocné konstrukce nejsou navrženy.

Elektrická energie

Rozvodná soustava: 3+PE+N, AC 50 Hz, 230/400 V, TN-S.

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

Potřeba elektrické energie pro jednotlivá zařízení:

Tepelné čerpadlo:	400 V, 1,65 kW + bivalentní zdroj vestavěný elektrokotel 9 kW
Oběhové čerpadlo (2x):	230 V, 4-20 W
Servopohon směšovacího ventilu:	230 V
Řídící a regulační technika:	230 V

Požadavky na ostatní profese

STAVEBNÍ ČÁST

- příprava podkladu pro podlahové vytápění, následné zalití anhydridovou směsí
- provedení veškerých prostupů a jejich následné zapravení
- oprava povrchů stěn, drobné zednické práce

ELEKTROINSTALACE

- natažení silových kabelů pro tepelné čerpadlo, 2x oběhová čerpadla, 1x servopohon trojcestného směšovacího ventilu, (3+1)x prostorový termostat, RS podlahového topení (termopohony, rozvaděč)
- veškeré propojení regulace

ZDRAVOTECHNIKA

- zajištění odvodu odkapu z a) 3x pojistných ventilů, b) oddělovacího členu pro dopouštění vody do systému
- přívod vody pro dopouštění vody do systému

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

- veškeré rozvody SV a TV, kromě pojistné sestavy a uzávěrů umístěných hned před TČ.

Topná zkouška zařízení

Po ukončení montážních prací bude provedena topná zkouška zařízení, o které bude vypracován zápis. Topná zkouška proběhne za účasti investora, zástupce dodavatelské firmy a projektanta. Topná zkouška bude trvat nepřetržitě 24 hodin.

Uvedení do provozu

První uvedení do provozu bude provedeno v rámci přípravy na komplexní vyzkoušení. Před uvedením do provozu musí být provedeny:

- tlaková zkouška zaručující těsnost celé soustavy
- přezkoušení instalací a vnějších spojů rozvodu topné vody
- přezkoušení instalací a zařízení elektro

Tepelné čerpadlo bude uvedeno do provozu osobou zaškolenou a oprávněnou firmou Tepelná čerpadla IVT ČR, s.r.o.

b) Výkresová část

Ve výkresové části jsou zahrnuty následující výkresy:

D.1.4.1	slepá matrice 1NP	1:50
D.1.4.2	slepá matrice 2NP	1:50
D.1.4.3	půdorys 1NP - vytápění	1:50
D.1.4.4	půdorys 2NP - vytápění	1:50
D.1.4.5	schéma zapojení zdroje tepla	-
D.1.4.6	schéma zapojení otopné soustavy	-
D.1.4.7	primární okruh TČ	-

c) Seznam strojů a zařízení a technické specifikace

Zdroj tepla

Tepelné čerpadlo země-voda IVT PremiumLine EQ C6 - popsáno v TZ, bod a). Další informace v příloze č. 17.

Závěr

Základní ekonomické vyhodnocení

Pořizovací náklady na tepelné čerpadlo země-voda využívající teplo z hlubinného vrtu jsou ve srovnání s jinými zdroji tepla, používanými pro rodinné domy, pravděpodobně jedny z nejvyšších.

Náklady na pořízení uvažovaného TČ jsou zhruba následující:

TČ IVT PremiumLine EQ C6 (ceníková cena v době tvorby této práce):	193 000 Kč
--	------------

V této ceně je zahrnuto: vestavný nerezový zásobník pro ohřev TV, vestavěný elektrokotel 9 kW, nízkoenergetická oběhová čerpadla, moderní grafický ekvitermní regulátor v ČJ, pojistný ventil a expanzní nádoba primárního okruhu, trojcestný ventil pro připojení zásobníku TV, plnicí souprava vč. filterballů. Materiálová záruka 5 let, materiálová záruka na kompresor 10 let.

Společností IVT standardně nabízená sleva	- 30 000 Kč
---	-------------

Zemní práce - provedení vrtu	100 m * 1800 Kč/m =	180 000 Kč
------------------------------	---------------------	------------

Sonda GVS 4x32, 100 m	28 000 Kč
-----------------------	-----------

Práce spojené s vystrojením vrtu, injektáž	20 000 Kč
--	-----------

Zemní práce, propojení vrtu s objektem, vč. PE potrubí 4x32 (10 m)	19 400 Kč
--	-----------

Propojení primárního okruhu s TČ, nemrznoucí směs, homogenizace	15 000 Kč
---	-----------

Akumulátor IVT BC 100	19 000 Kč
-----------------------	-----------

Instalační práce a materiál nezbytný pro zapojení TČ jako zdroje tepla, rozvody v rámci technické místnosti - po

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

RS podlahového topení a po stoupací potrubí do 2.NP, zahrnuje pojistní ventily, expanzní nádoby, magnetický filtr nečistot, 2x oběhové čerpadlo, armatury (kulové kohouty, vypouštěcí ventily atp.), CU potrubí, potrubní tvarovky, tepelnou izolaci.	50 000 Kč
Uvedení do provozu a zaškolení obsluhy	6 000 Kč
Celkem:	500 400 Kč

V ceně nejsou zahrnuty stavební práce (prostupy, stavební přípomoci), jakékoliv elektrikářské práce. V ceně dále není zahrnuto provedení samotné otopné soustavy, tedy podlahového topení, otopných těles a s tím spojená regulace. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Při stanovování částek vycházel autor z ceníku TČ IVT aktuálního v době psaní této práce [21], z vlastních zkušeností (odhad ceny za kompletní montáž), a z běžně dostupných informací na internetu (odhad ceny za provedení vrtných prací).

Roční provoz tohoto TČ vychází přibližně na 29 tisíc korun vč. DPH. Autor vychází z tohoto propočtu:

COP při 0/45 °C	3,4
Výkon při 0/45 °C	5,6 kW
Příkon při 0/45 °C	1,65 kW

Za rok tedy dokáže TČ vyrobit maximálně 49,06 MWh/rok, při příkonu elektrické energie 14,45 MWh/rok. Celková potřeba energie pro vytápění a ohřev TV je (příloha č 6) je 21,3 MWh/rok. Pokud by TČ mělo za rok vyrobit 21,3 MWh/rok, trojčlenkou dostáváme spotřebovanou energii 6,27 MWh/rok = 6270 kWh/rok. Pokud vezmeme v potaz průměrnou cenu elektřiny 4,64 Kč/kWh, potom dostáváme zmiňovaných 29 tis. Vezmeme-li v potaz pořizovací cenu tohoto tepelného čerpadla, roční náklady na provoz, nezahrnující jakýkoliv případný servis, jsou poměrně vysoké.

V rámci této kalkulace je nutné si uvědomit, že teploty médií na vstupu a výstupu (0/45 °C) jsou poměrně nepřesné. Ve skutečnosti bude mít teplonosné médium na vstupu do TČ okolo 5-10 °C, navíc, tato teplota bude TČ dodávána v průběhu roku stabilně, nezávisle na venkovní

teplotě vzduchu. Teplota zeminy v hloubce, do jaké sahá vrt, už není ovlivňována venkovní teplotou vzduchu a je po celý rok stejná. To je vlastně velkou výhodou tepelných čerpadel země-voda - jejich celoročně stabilní topný faktor COP - na rozdíl od tepelných čerpadel vzduch-voda. Na druhou stranu však, teplota média v okruhu otopných těles je uvažována 50 °C (teplotní spád 50/40 °C), což už je pro jakékoliv tepelné čerpadlo poměrně vysoká teplota (maximální teplota výstupu IVT PremiumLine EQ C6 je 62 °C).

Jako dobré řešení se jeví změna způsobu vytápění 2. NP uvažovaného rodinného domu - z otopných těles na podlahové vytápění. Tepelné čerpadlo by potom pracovalo s vodou o teplotě přibližně 35/30 °C, přičemž na vstupu by mělo již zmiňovaných, přibližných, 5 °C. Topný faktor COP má při 0/35 °C hodnoty 4,4 a příkon 1,32 kW. Což je za rok přibližně 5MWh/rok, tedy asi 23 tisíc Kč. Opět ale není přihlíženo k faktické teplotě na vstupu do tepelného čerpadla. Faktické roční náklady proto mohou být ještě nižší.

Shrnutí

Uvažované tepelné čerpadlo země-voda nabízí moderní řešení vytápění rodinného domu. Mezi jeho zápory patří vysoká vstupní investice provázená relativní náročností prováděných prací - provedení hlubinného vrtu, jeho vystrojení, či kvalitní propojení primárního okruhu. Mezi jeho klady naopak patří celoročně stabilní účinnost, a tudíž i náklady, a prakticky neomezená životnost - to se týká hlavně vrtu jako zdroje geotermální energie, TČ má samozřejmě omezenou životnost, nicméně standardně výrobce nabízí 5letou záruku, přičemž na kompresor je záruka 10 let. Při návrhu řešení vytápění s využitím tohoto druhu tepelných čerpadel je důležité si uvědomit, v čem tkví jejich síla a tomu přizpůsobit systém - v maximální možné míře je nutné využívat nízkoteplotního vytápění (typicky podlahové, ale též stěnové či stropní), a naopak je lepší se vyhnout klasickému teplovodnímu vytápění.

Cílem této bakalářské práce byl návrh vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda, přičemž otopná soustava kombinovala nízkoteplotní podlahové vytápění s klasickým vytápěním otopnými tělesy. Zároveň byl proveden návrh stavební části posuzovaného rodinného domu.

Při návrhu stavební části bylo vstupním požadavkem efektivní systémové řešení, které by se vyznačovalo výbornými tepelně-izolačními vlastnostmi. Z těchto důvodů byl zvolen systém

Bakalářská práce
Řešení vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem země-voda

Ytong. Obvodové zdivo je Ytong Lambda YQ 450, které nevyžaduje dodatečné zateplení, a jehož součástí jsou všechny potřebné komponenty (zakládací tvárnice, překlady atd.). Strop byl zvolen montovaný z nosníků a pórobetonových vložek, který je po montáži zmonolitněn betonovou zálivkou. Jedná se o rozměrově úsporné řešení s dobrými tepelně-technickými parametry. Dům je založen na běžně používaných ŽB pasech (kombinace prostého betonu a dozdivky z tvárnice ztraceného bednění), při návrhu základové konstrukce bylo počítáno s odvodem radonu z podlahy. Střecha je plochá, dostatečně izolovaná deskami z EPS, svrchní vrstvu tvoří dvě vrstvy asfaltového pásu.

Návrh vytápění se opírá o tepelně-technické posouzení stavby (přílohy č. 3 a 4, resp. 7 - energetický štítek obálky budovy). Po stanovení tepelných ztrát celého objektu, a zároveň všech místností, byl navržen a nadimenzován systém vytápění. 1.NP je vytápěno podlahovým topením, jehož výpočet byl zpracován v programu RAUCAD TechCON X. Druhé podlaží je vytápěno otopnými tělesy - návrh a výpočet byl proveden autorem práce. Výkresová dokumentace zahrnuje půdorysy obou podlaží, schéma zapojení zdroje tepla, schéma zapojení celé otopné soustavy, a výkres primárního okruhu. Technická zpráva je podpořena všemi potřebnými přílohami, zabývá se mj. posouzením objemu vestavěného zásobníku pro ohřev TV, velikostí expanzních nádob, posouzením oběhových čerpadel, nebo určením potřebné hloubky vrtu pro geotermální sondu.

Struktura bakalářské práce je v souladu s vyhláškou č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. Veškeré návrhy přitom vycházejí, nebo se opírají, z českých norem a zákonů, přičemž je brána v potaz také zavedená realizační praxe a nabídka výrobků dostupných na trhu.

Seznam výkresové dokumentace

C Situační výkresy

C.2	Koordinační situační výkres	1:200
-----	-----------------------------	-------

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

D.1.1.1	základy	1:50
D.1.1.2	1. nadzemní podlaží	1:50
D.1.1.3	2. nadzemní podlaží	1:50
D.1.1.4	výkres skladby a sestavy strop. dílců na kótě +2,990	1:50
D.1.1.5	výkres skladby a sestavy strop. dílců na kótě +6,240	1:50
D.1.1.6	střecha	1:50
D.1.1.7	řez A-A	1:50
D.1.1.8	pohledy	1:100

D.1.4 Technika prostředí staveb - vytápění

D.1.4.1	slepá matrice 1NP	1:50
D.1.4.2	slepá matrice 2NP	1:50
D.1.4.3	půdorys 1NP - vytápění	1:50
D.1.4.4	půdorys 2NP - vytápění	1:50
D.1.4.5	schéma zapojení zdroje tepla	-
D.1.4.6	schéma zapojení otopné soustavy	-
D.1.4.7	primární okruh TČ	-

Seznam použitých pramenů

- [1] DEKSOFT - STAVEBNÍ KNIHOVNA DEK [online]. Praha [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: www.deksoft.eu
- [2] Základy pro rodinný dům: Betonové ztracené bednění pro základy (3.). www.estav.cz [online]. Praha, 9.6. 2020 [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/8719.zaklady-pro-rodinny-dum-betonove-ztracene-bedneni-pro-zaklady-3>
- [3] JIRÁNEK, Martin a Milena HONZÍKOVÁ. Odvětrání podloží: Návrh a realizace větracích systémů podloží v nových i stávajících stavbách [online]. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Stavební fakulta ČVUT v Praze, 2017 [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: https://www.radonovyprogram.cz/fileadmin/radonovyprogram/clanky/stavebni_desate_ro_profesionalu/Odvetrani_podlozi_Jiraneck_P.pdf
- [4] Praktická příručka pro navrhování - Ytong / Silka / Multipor. Hrušovany u Brna: Xella CZ, 2016.
- [5] Informační příručka pro projektant QUANTUM: Kondenzační kotle, kontrola kotlů a příprava teplé vody. Quantum - vytápění rodinných domů, budov a hal [online]. Vyškov, 2018 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: www.quantumas.cz
- [6] VAVŘIČKA, Roman. Metody návrhu zásobníku teplé vody - 3. část. Vytápění, větrání, instalace. 2012, 2012(5), 194-197.
- [7] VALENTA, Vladimír. Stanovení velikosti membránové expanzní nádoby pro ohříváče vody. [Www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) [online]. [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/17354-stanoveni-velikosti-membranove-expanzni-nadoby-pro-ohrivace-vody>
- [8] IVT PremiumLINE EQ 6-17, pokyny pro návrh. Projektuj tepelná čerpadla: Největší specializovaná databáze pro projektanty a dodavatele tepelných čerpadel [online]. [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz
- [9] BAŠTA, Jiří. Návrh tlakové expanzní nádoby: Objem expanzní nádoby, seřízení přetlaku na straně vzdušiny. [Www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) [online]. 3.12. 2019 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/1156-navrh-expanzni-nadoby>

- [10] VAVŘIČKA, Roman. Nejčastější chyby při návrhu zásobníku teplé vody. Www.tzb-info.cz [online]. 24.9. 2018 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/17959-nejcastejsi-chyby-pri-navrhu-zasobniku-teple-vody>
- [11] VAVŘIČKA, Roman a Jakub VRÁNA. Předpisy pro instalaci pojistného ventilu. TOPIN - Topenářství instalace [online]. 1.3.2019 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/predpisy-pro-instalaci-pojistneho-ventilu-detail-5947>
- [12] Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla. Www.tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/43-vypocet-pojistneho-ventilu-pro-kotle-a-vymeniky-tepla>
- [13] Projektční pokyny pro rychlý návrh primárních okruhů systému země/voda: Vrtly, plošné kolektory, atypické zdroje tepla. Projektuj tepelná čerpadla: Největší specializovaná databáze pro projektanty a dodavatele tepelných čerpadel [online]. GT Energy [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz
- [14] Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací. Www.tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-zraty-potrubu-s-izolaci>
- [15] CIHELKA, Pavel. PRIMÁRNÍ OKRUH S VRTY PRO TEPELNÁ ČERPADLA - PROJEKT, LEGISLATIVA, REALIZACE, TRENDY: Pro projektanty, investory, úřady [online]. Asociace pro využití tepelných čerpadel [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.vak.cz/soubory/primarni%20okruh%20s%20vrtu%20pro%20TC%20-%20slovacek.pdf>
- [16] Návrh vertikálních vrtů pro tepelná čerpadla: Jímání energie z vrtu pro tepelná čerpadla. GEROTop.cz [online]. [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.gerotop.cz/dimenzovani-hlubinnych-vrtu>
- [17] ČSN EN 1717 (75 5462): 2002 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem. Český normalizační institut, Praha 2002.
- [18] TEPELNÁ ČERPADLA IVT S.R.O., ČESKÁ REPUBLIKA. PremiumLine EQ C6-C10 E6-E17: Instalační příručka [online]. 11/2011 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz
- [19] ČSN 06 03 20 Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení. Český normalizační institut, Praha 2006.

- [20] ŠTĚCHOVSKÝ, Jaroslav. Vytápění: pro střední školy se studijním oborem TZB nebo podobným. Vyd. 3. přeprac. (v Sobotáles vyd. 1.). Praha: Sobotáles, 2005. ISBN 978-80-86817-11-8.
- [21] Ceník tepelných čerpadel IVT. Tepelná čerpadla IVT [online]. 4/2021n. 1. [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/cena-tepelnych-cerpadel?gclid=EAIaIQobChMI7Yim0tyH8AIVktV3Ch1ihAMZEAAYAAEgKS3PD_BwE
- [22] ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [23] ČSN EN 1996-1-1: Eurokód 1: Navrhování zděných konstrukcí - část 1 - 1: obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [24] ČSN 06 0310: Tepelné soustavy v budovách - projektování a montáž. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [25] ČSN 06 0830: Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [26] ČSN EN 12 828: Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních tepelných soustav. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [27] ČSN EN SO 13 790/2009: Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [28] ČSN 73 4130: Schodiště a šikmé rampy - Základní požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [29] Výpočet schodiště. Wwww.tzb-info.cz [online]. Praha [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/146-vypocet-schodiste>
- [30] Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. Wwww.tzb-info.cz [online]. Praha [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-vypocet-potreby-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Skladby konstrukcí
- Příloha č. 2 Návrh a posouzení schodiště
- Příloha č. 3 Teplo 2017 - tepelně-technické vyhodnocení stavebních konstrukcí
- Příloha č. 4 Ztráty 2018 - výpočet tepelných ztrát budovy metodou po místnostech
- Příloha č. 5 Area 2017 - detailu styku dvou obvodových stěn - posouzení teplotního faktoru a výpočet lineárního činitele prostupu tepla
- Příloha č. 6 Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody (tzb-info.cz)
- Příloha č. 7 Protokol k energetickému štítku obálky budovy
- Příloha č. 8 Posouzení velikosti zásobníku pro ohřev TV
- Příloha č. 9 Návrh podlahového vytápění včetně přehledu tlakových ztrát a dimenzování potrubí (výstup z programu RAUCAD TechCON X)
- Příloha č. 10 Návrh expanzních nádob
- Příloha č. 11 Návrh pojistných ventilů
- Příloha č. 12 Návrh a posouzení oběhových čerpadel
- Příloha č. 13 Návrh a posouzení tepelné izolace potrubí
- Příloha č. 14 Návrh otopných těles
- Příloha č. 15 Dimenzování okruhu otopných těles (vč. vřazených odporů), nastavení termostatických ventilů
- Příloha č. 16 Určení hloubky vrtu pro geotermální sondu
- Příloha č. 17 Technický list: tepelné čerpadlo IVT PremiumLine EQ C
- Příloha č. 18 Technický list: oběhové čerpadlo Wilo Yonos PICO 25/1-4
- Příloha č. 19 Technický list: geotermální vertikální sonda GEROtherm
- Příloha č. 20 Deník konzultací
- Příloha č. 21 Plakát